

Workshop aanslibbing DGD
15 juni 2010

Aanslibbing Deurganckdok

Resultaten en analyse van de meetgegevens

Boudewijn Decrop, Bob Declercq, Johan Melotte, Mark
Bollen



IMDC

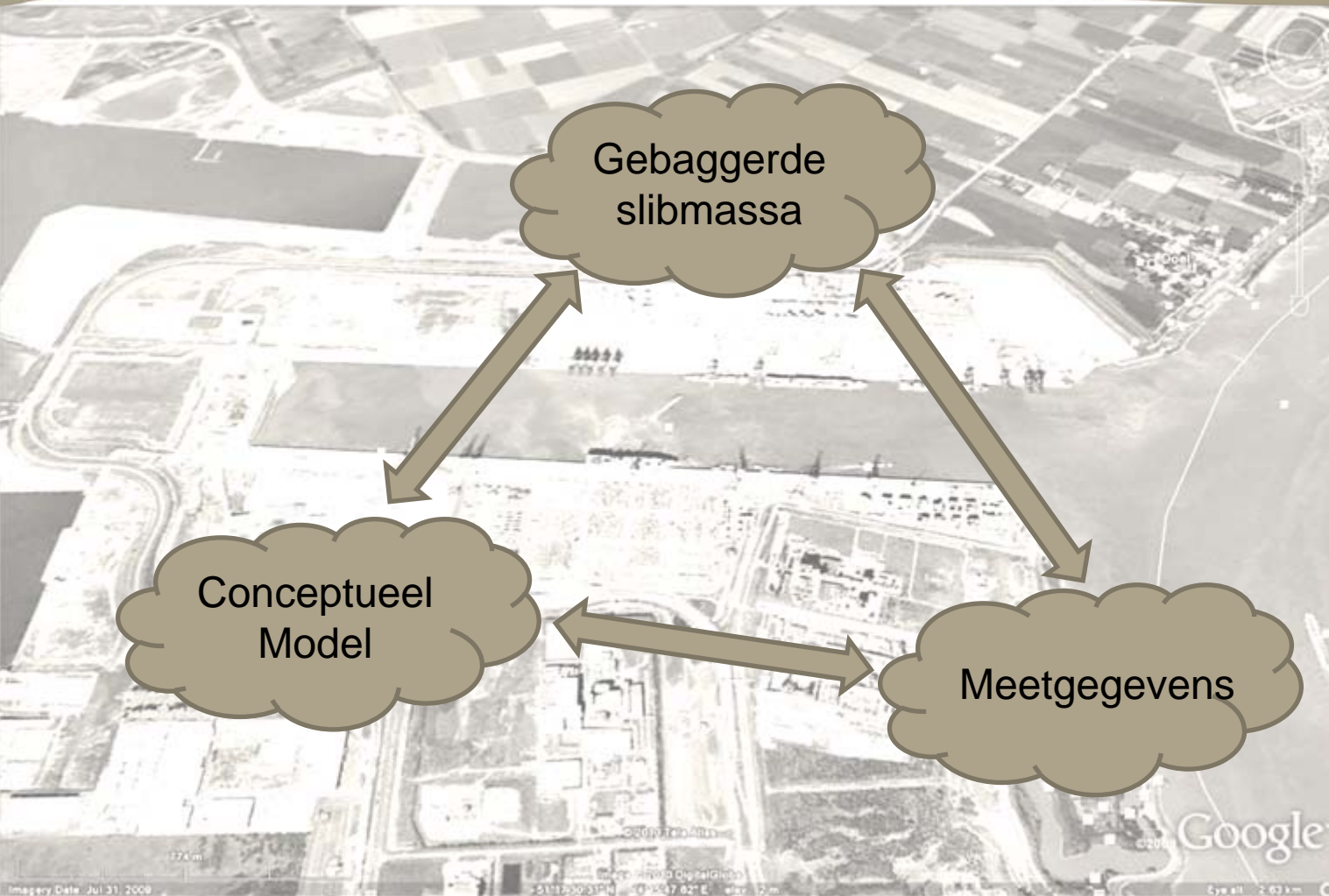
International Marine & Dredging Consultants

Inhoud

1. Doel van de studie
2. Slibbalans *in* het dok
 - Meetgegevens
 - Analyse
3. Invloedsfactoren *Schelde*
 - Meetgegevens
 - Analyse
4. Conceptueel model sediment influx
5. Conclusies

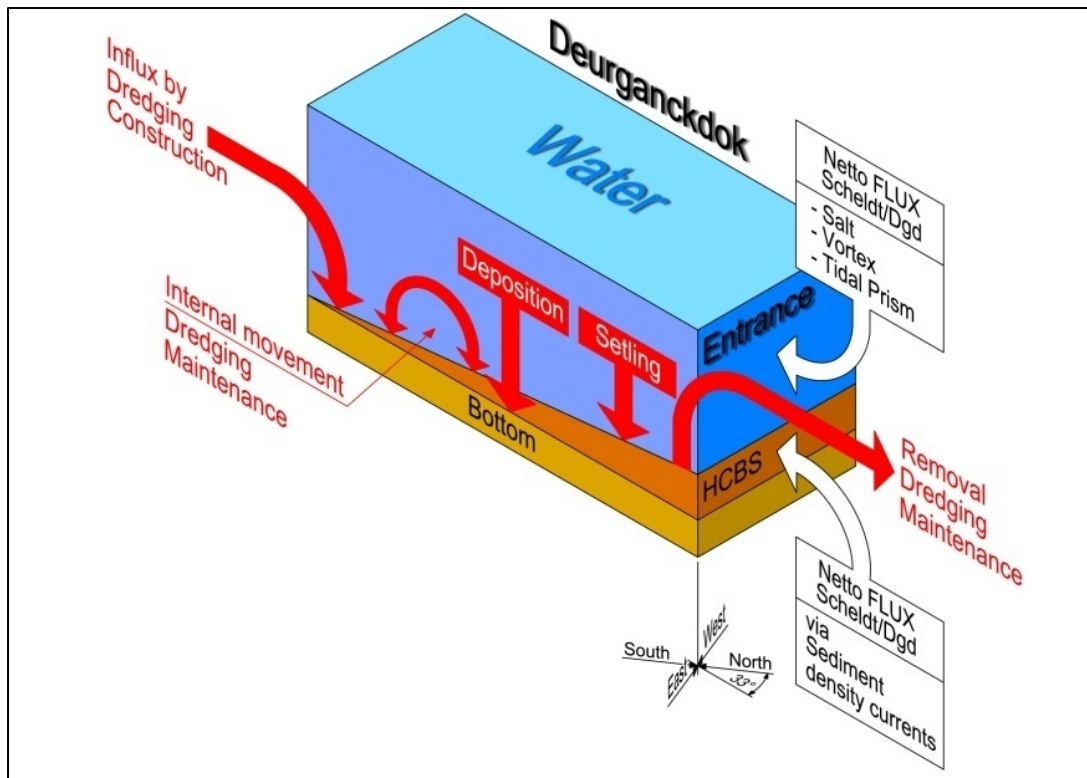


Inhoud



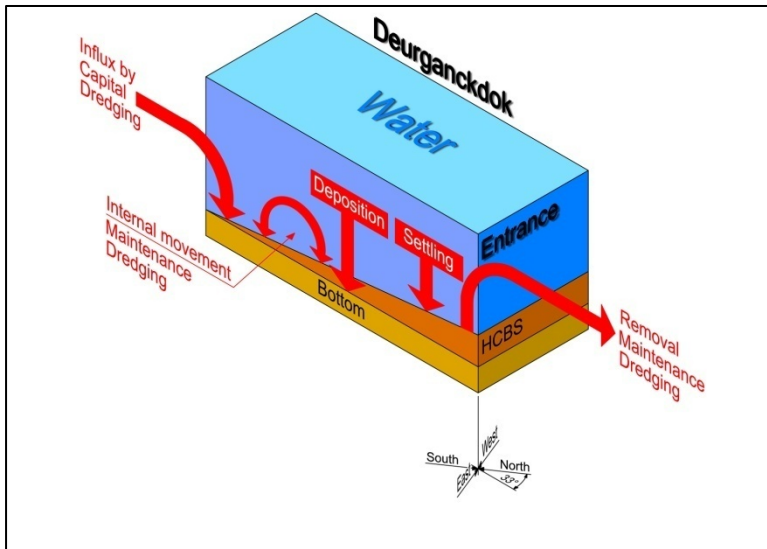
1. Doel van de studie

- “Monitoring en analyse van de dynamiek van de aanslibbing van het Deurganckdok” (DGD)

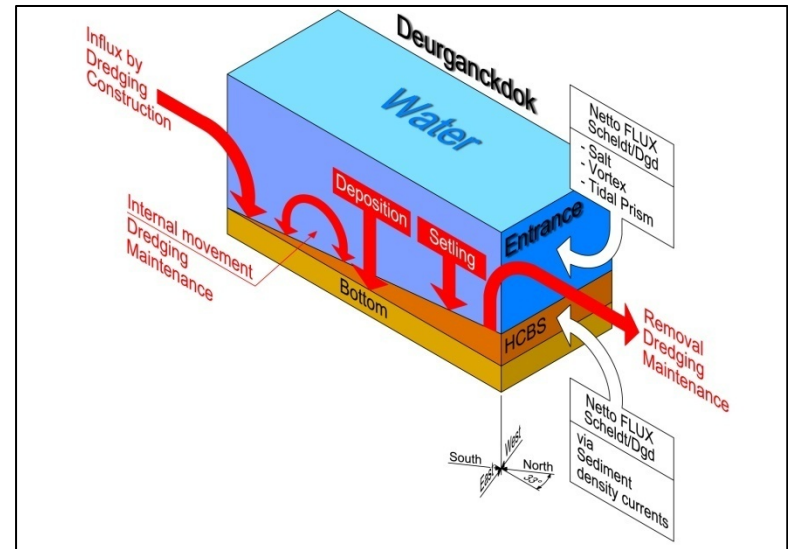


1. Doel van de studie

- 2 Deelopdrachten



- ⇒ focus: slibbalans in Deurganckdok
- ⇒ studie: lokale slibverdeling + evolutie slibbed: (volume- en massabalans)



- ⇒ focus: invloedsfactoren op aanslibbing
- ⇒ studie: sedimentflux ingang
- ⇒ voorspelling aanslibbing *in* dok

1. Doel van de studie

→ Meetcampagnes op twee niveau's

- Monitoring slibbalans in DGD
- Monitoring ingang DGD en Beneden Zeeschelde

2.

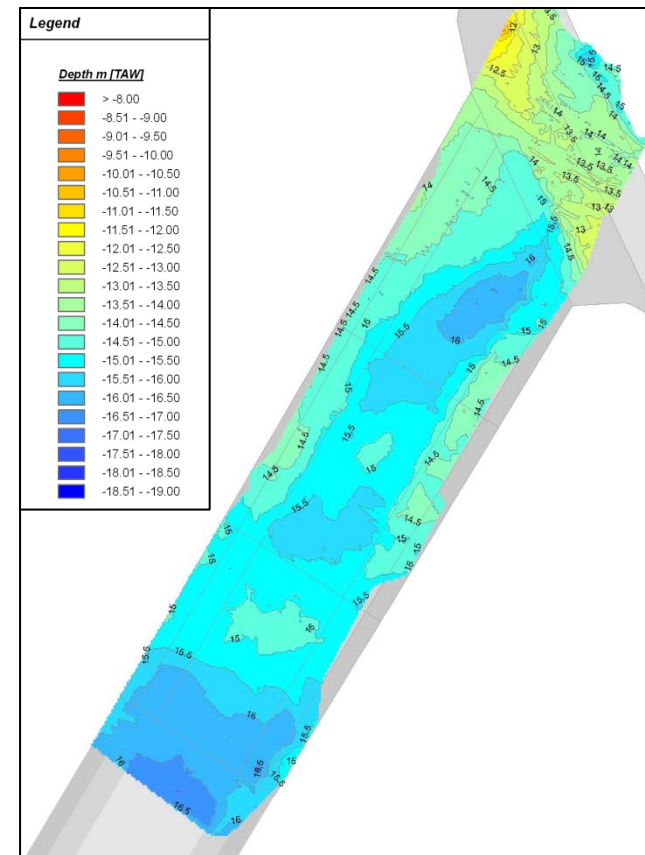
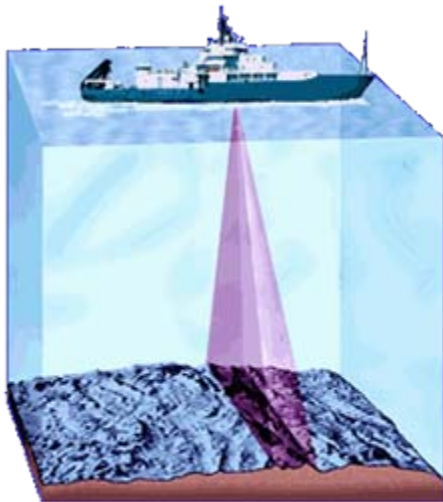
SLIBBALANS IN HET DEURGANCKDOK

2. Slibbalans *in* het dok

- Meetgegevens
 - Peilingen
 - Densiteitsprikken
 - BIS gegevens
- Analyse
 - Volumetrische slibbalans
 - Massa-slibbalans

2. Slibbalans *in* het dok

- Meetgegevens
 - ⇒ 1/ peilingen:
 - 210 kHz echo-sounder
 - meting hoogte slibbed

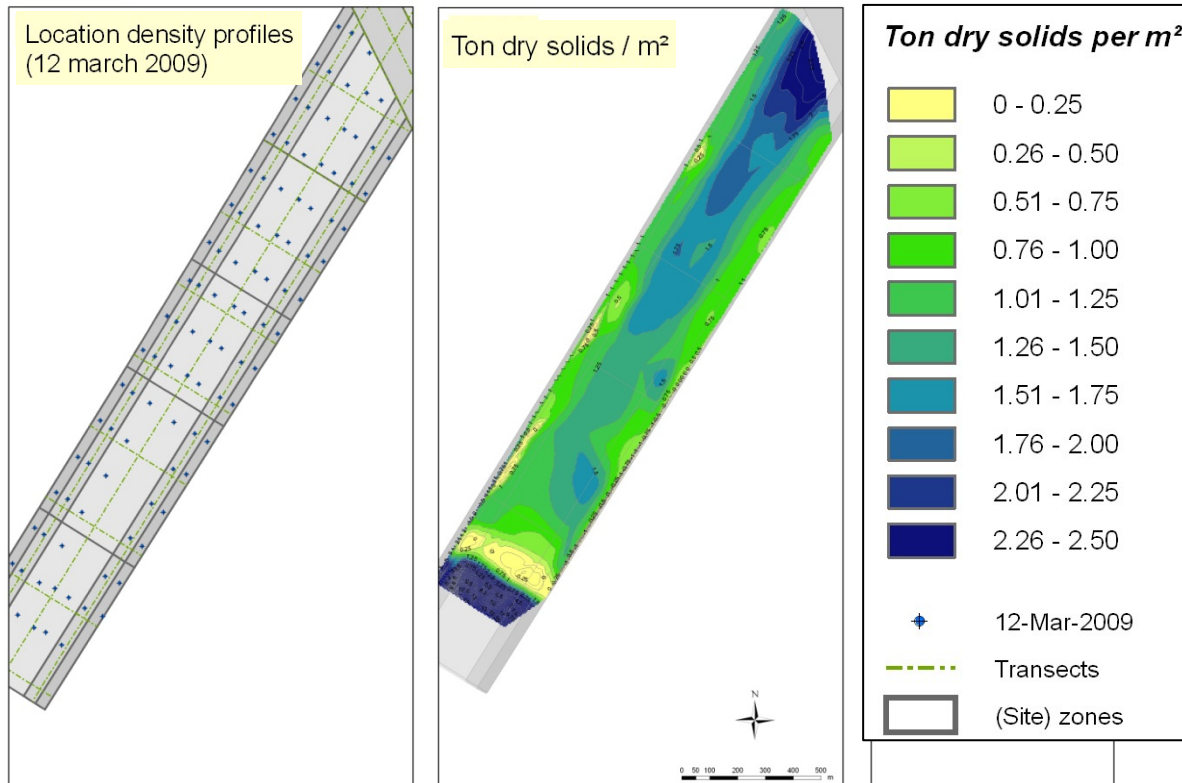


2. Slibbalans *in* het dok

- Meetgegevens

⇒ 2/ densiteitsprofielen van de bodem

- Met Navitracker: gebaseerd op γ -transmissie
- Integratie over profiel = Bodemmassa/m²



2. Slibbalans *in* het dok

- Meetgegevens

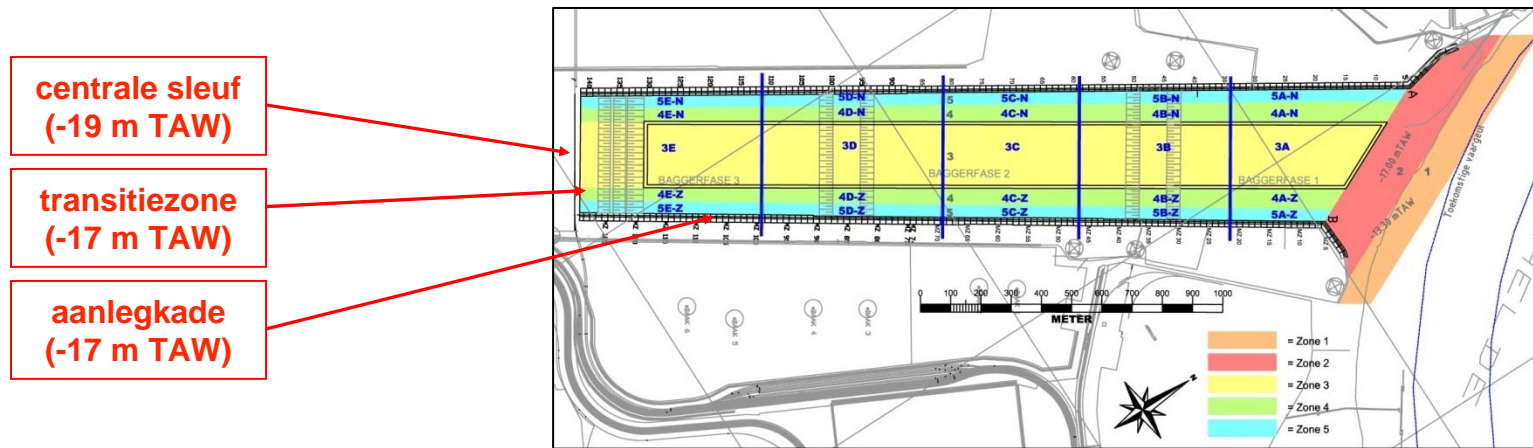
⇒ 3/ onderhoudsbaggerwerken:

- BIS-databank: ruimtelijke spreiding van baggervolume en –gewicht (wordt gebruikt voor berekening gebaggerde massa droge stof)
- sweepbeam gegevens: trajecten en diepte ploeg



2. Slibbalans *in* het dok

- Analyse



1. volumetrische aanslibbingssnelheid (cm/dag)

⇒ o.b.v. sequentiële peilingen (multi-beam echo-sounding)

2. ruimtelijke spreiding sedimentmassa (kg/m²)

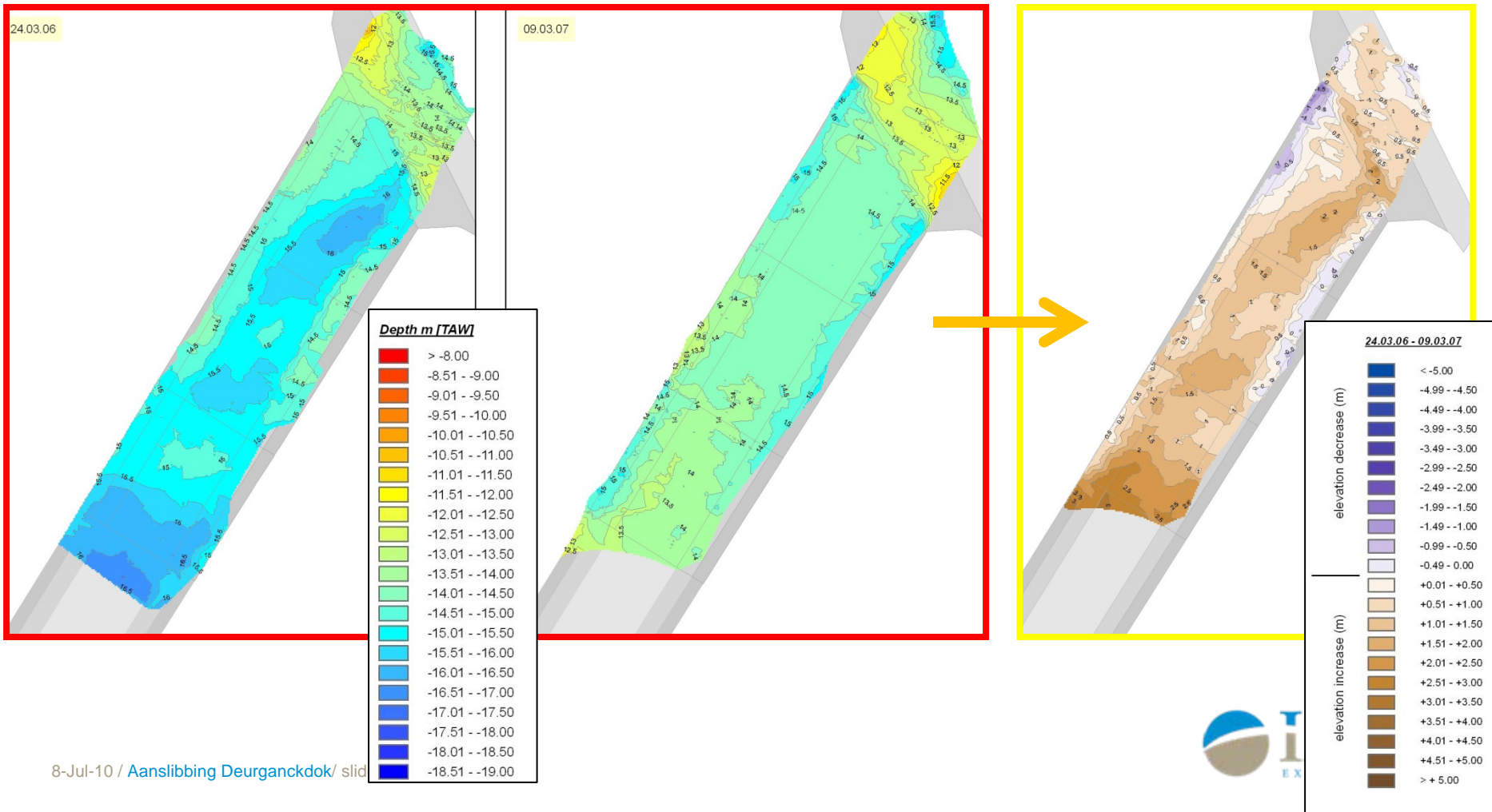
⇒ o.b.v. verticale integratie densiteitsprofielen (Navitracker)

3. densimetrische aanslibbingssnelheid (kg/m²/dag)

⇒ o.b.v. sequentiële campagnes met densiteitsprikken (Navitracker)

2. Slibbalans *in* het dok

1. volumetrische aanslibbingssnelheid



2. Slibbalans *in* het dok

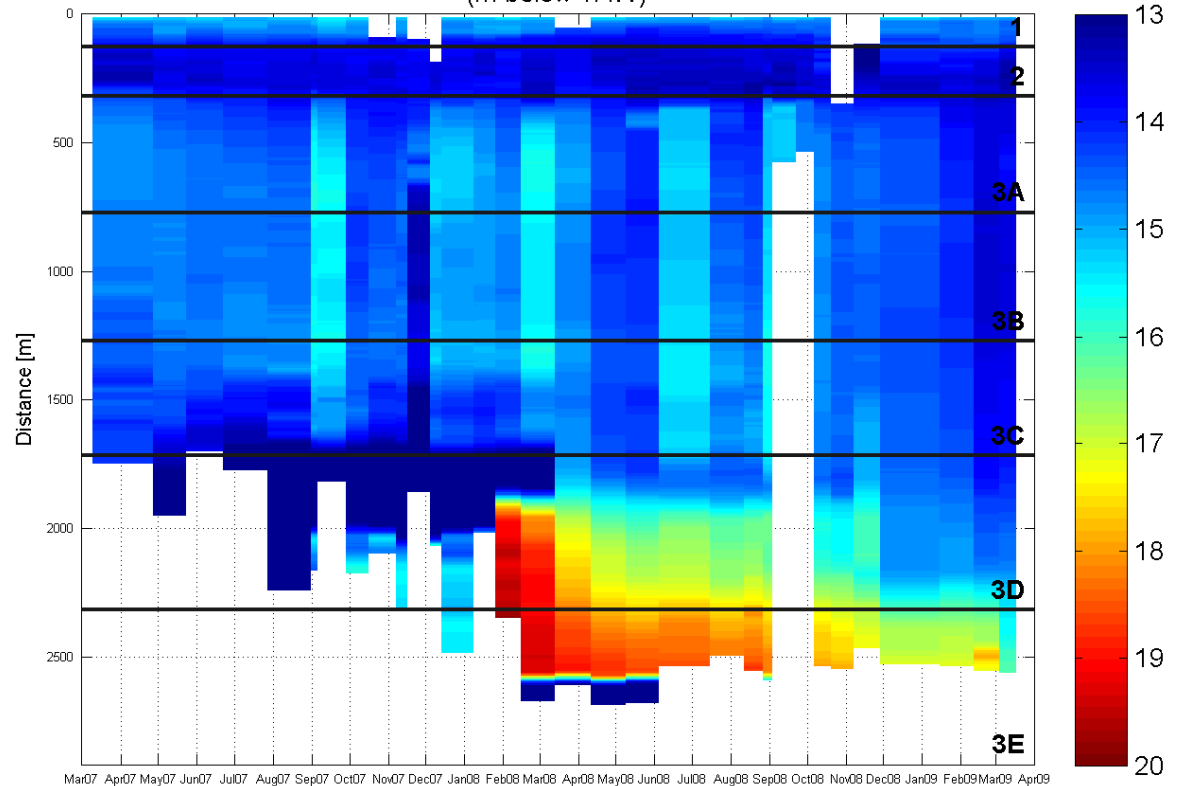
1. volumetrische aanslibbingssnelheid

⇒ o.b.v. verschillende echo-sounding datasets

⇒ DGD opgedeeld in zones/secties (bvb: centrale sleuf DGD= sectie L2)



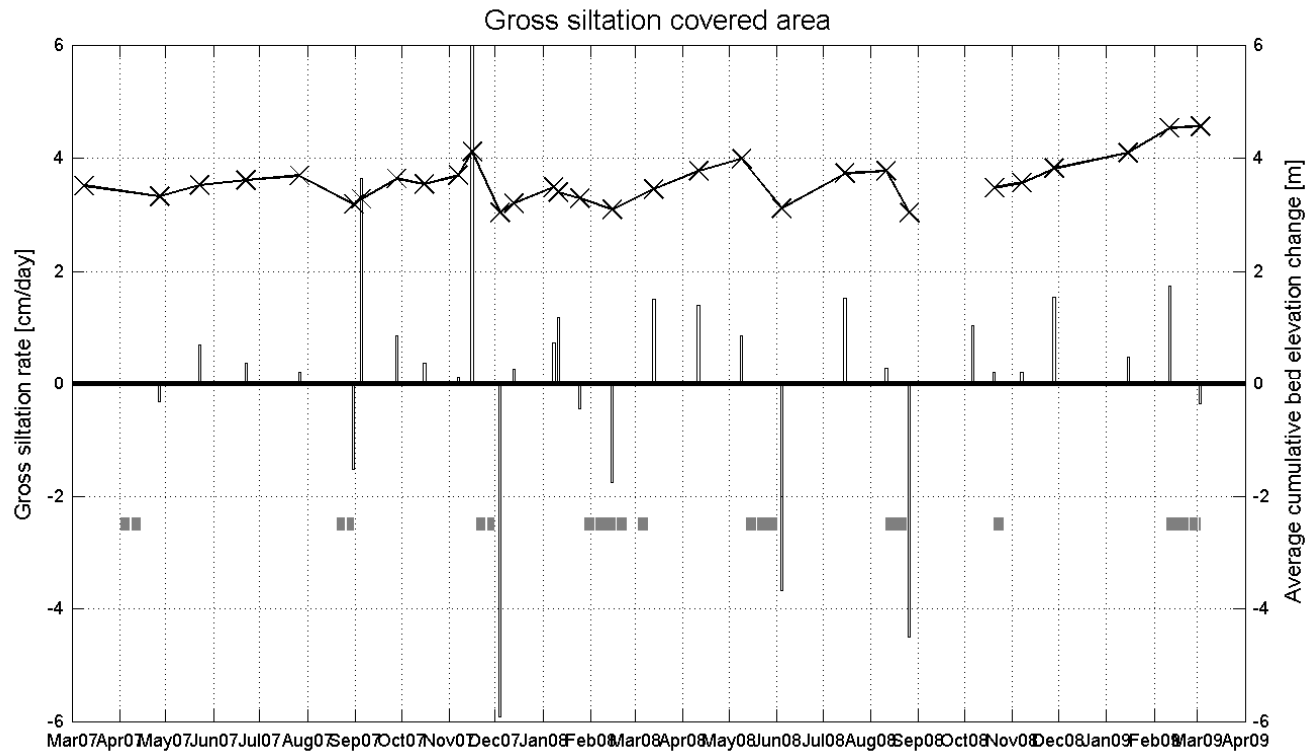
Evolution of 210kHz bottom at Deurganckdok - section L2
(m below TAW)




2. Slibbalans *in* het dok

1. volumetrische aanslibbingssnelheid

⇒ dokgemiddelde natuurlijke aanslibbingssnelheid: 0,5 – 1,5 cm/dag

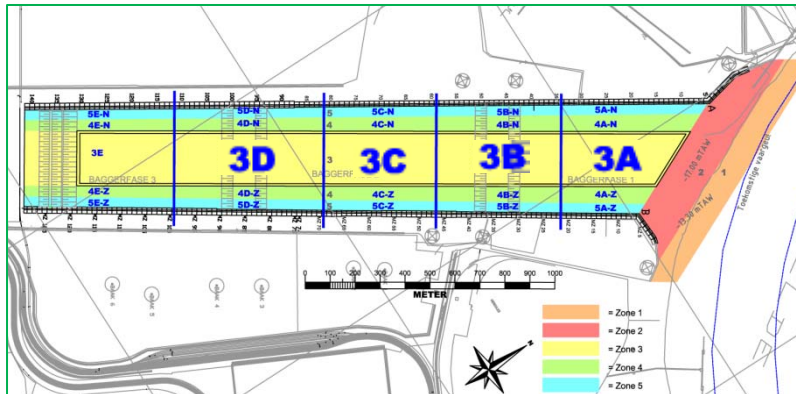


 Siltation rate  210kHz Bed El. change  Dredging

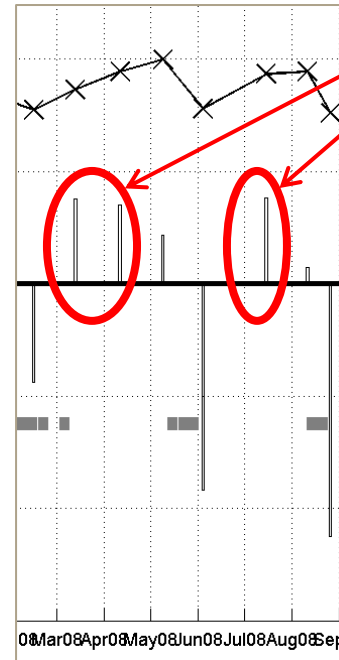
2. Slibbalans *in* het dok

Voorbeeld: 4/6/08 - 11/8/08

ZONE	Cm/dag
3a	1.59
3b	1.22
3c	0.80
3d	0.31



- aanslibbingssnelheid neemt af dieper in het dok
- Grootste aanslibbingssnelheid net na baggercampagnes

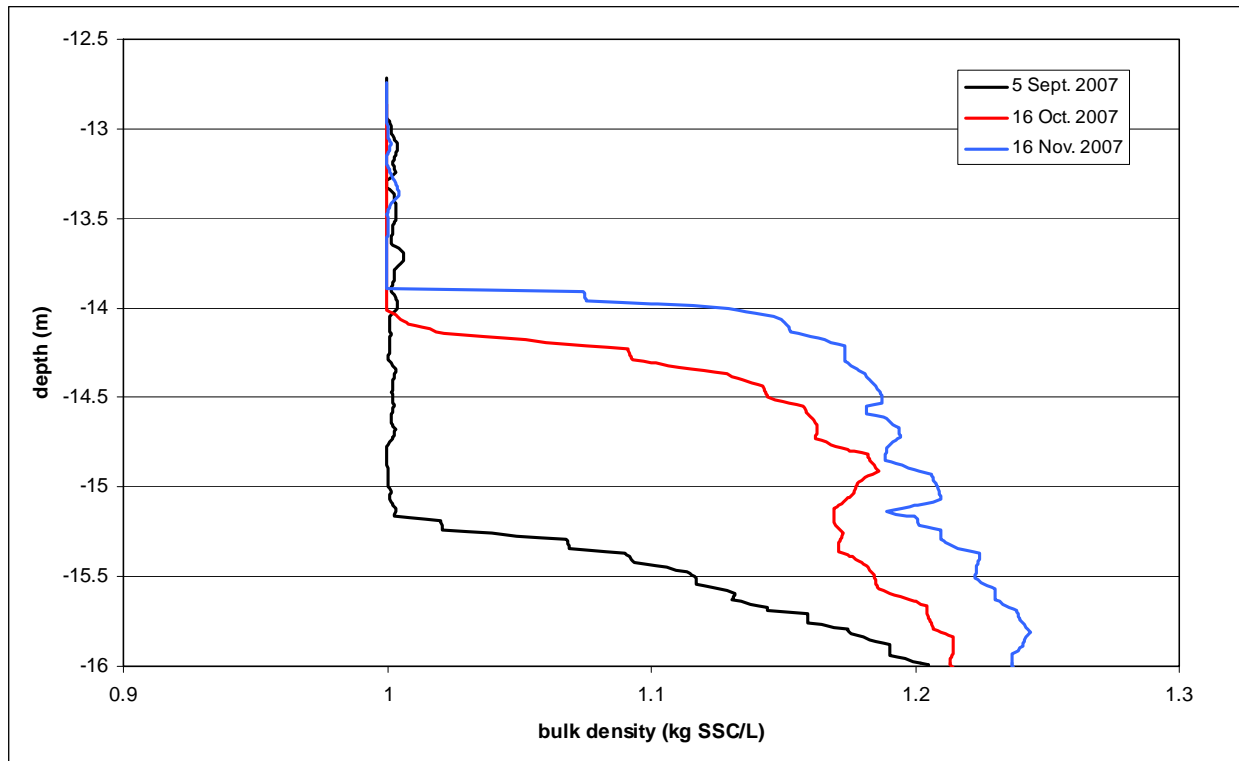


2. Slibbalans *in* het dok

2. Bepalen sedimentmassa

⇒ 18 meetcampagnes met Navitracker

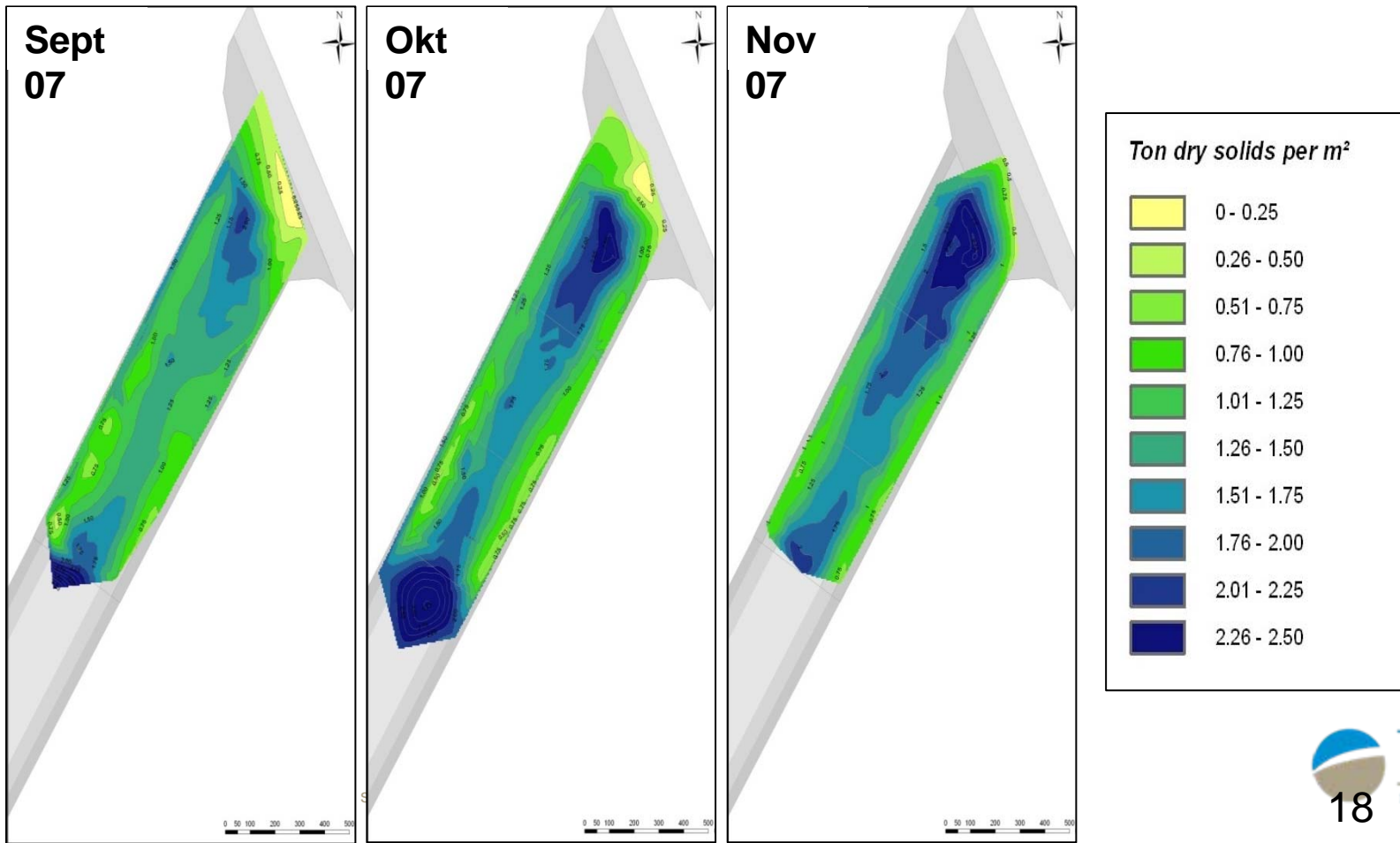
⇒ interessant zijn de campagnes in “ongestoorde” aanslibbingscondities



2. Slibbalans *in* het dok

2. Bepalen sedimentmassa

⇒ ruimtelijke verdeling sedimentmassa



2. Slibbalans *in* het dok

2. Evolutie sedimentmassa (massabalans)

Rate of change of mass in DGD:

$$\frac{dM_s}{dt} = F_{siltation} - \underbrace{F_{erosion} \pm F_{sweepbeam} \pm F_{capitaldredging}}_{=0} - \frac{dM_{maindredge}}{dt}$$

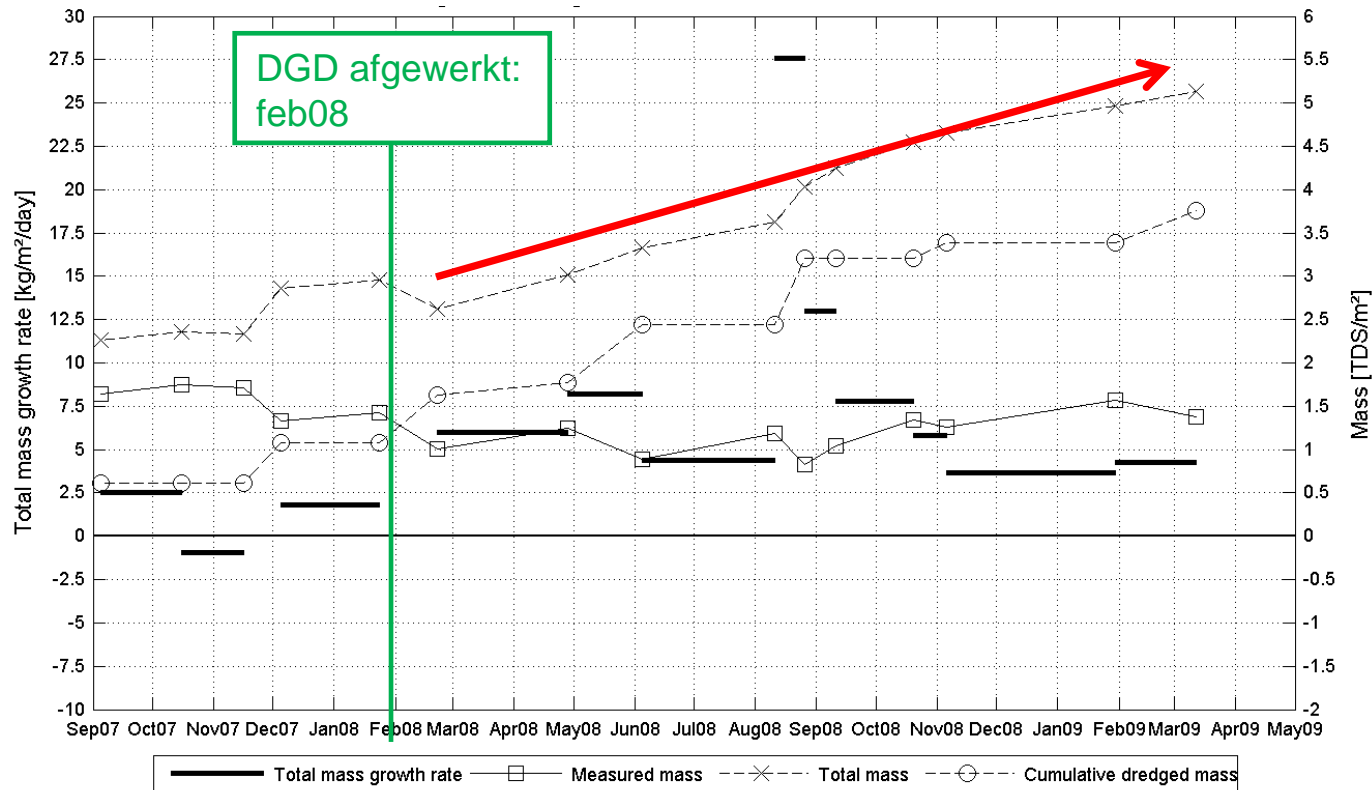
→ Net mass siltation rate in DGD:

$$F_{siltation} = \frac{\Delta M_{meas} - \Delta M_{maindredge}}{\Delta t}$$

2. Slibbalans *in* het dok

3. Evolutie sedimentmassa (massabalans)

⇒ gemiddelde natuurlijke aangroeisnelheid = 4 tot 8 kg/m²/dag



2. Slibbalans *in* het dok

- volumetrische balans:
 - ⇒ volumetrische aanslibbing: ~ 1 cm/dag
 - ⇒ aanslibbingssnelheid neemt af naarmate verder van Schelde
 - ⇒ gemiddeld bodemniveau 4m boven aanlegdiepte (= **4.25 Mm³**)
- massabalans:
 - ⇒ aangroei sedimentmassa: 4 – 8 kg/m².dag
 - ⇒ maximale aangroeisnelheid in centrale sleuf
 - ⇒ gemiddelde jaarlijkse massa influx = **1.02 mln TDS** (Ton droge stof)
(1 TDS = +/- 3 m³ slib van 1200 kg/m³)

3.

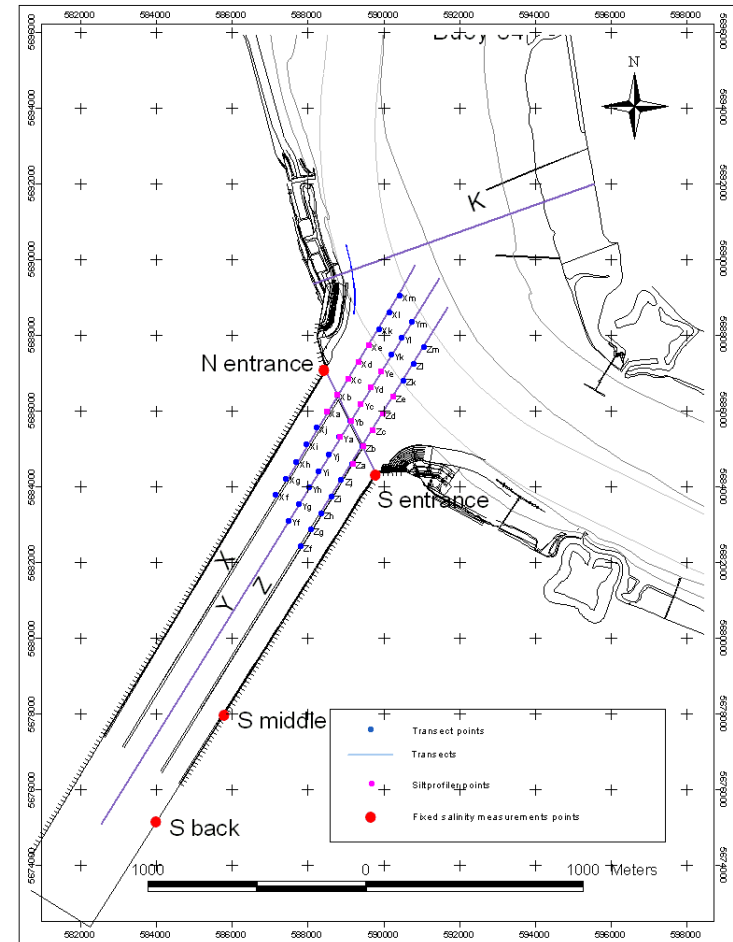
INVLOEDSFACTOREN VOOR AANSLIBBING

3. Invloedsfactoren

1. Meetgegevens

Ingang DGD en in Beneden Zeeschelde:

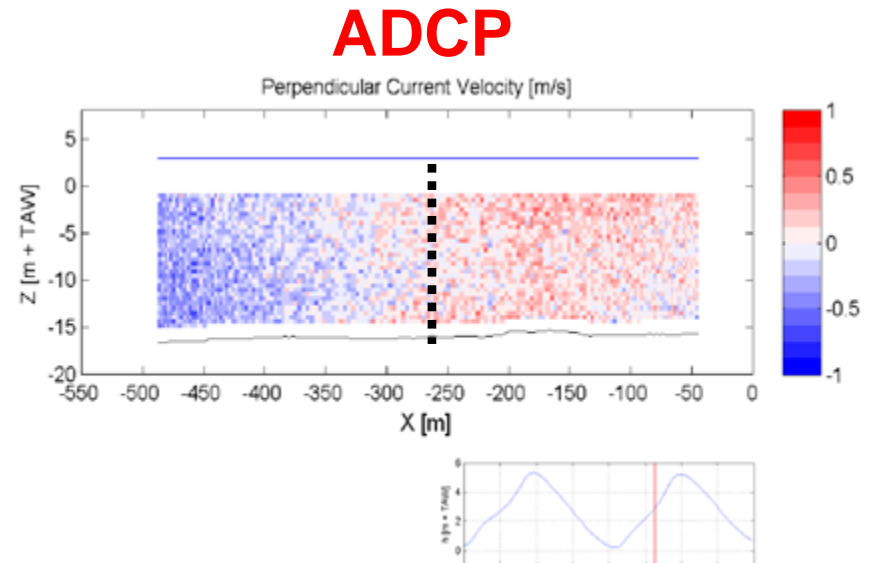
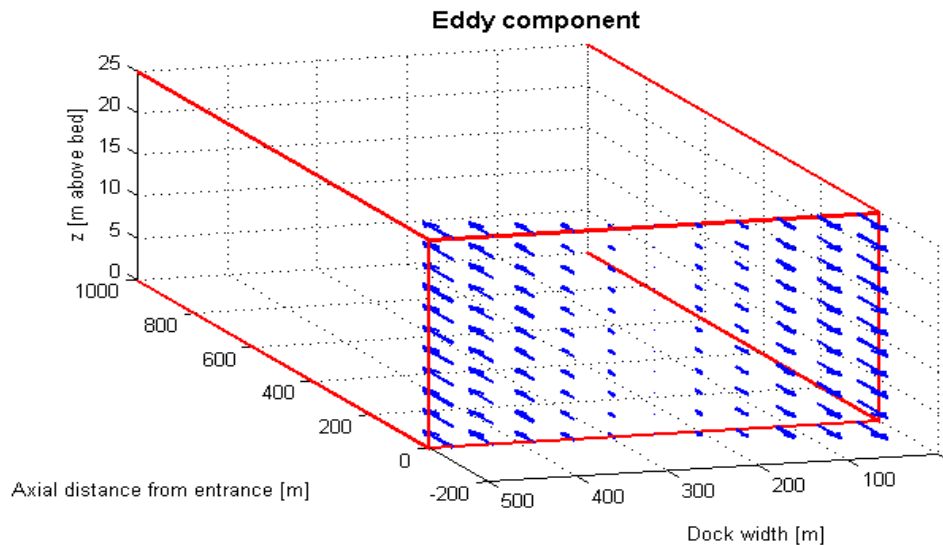
- ⇒ 13-uursmetingen
 - stroomsnelheid+sedimentconc.
 - sediment flux
- ⇒ langdurige metingen:
 - sedimentconc. + saliniteit aan kade
 - *near-bed* metingen: snelheid, sedimentconc. en bodemverandering
- ⇒ continue metingen:
 - boeien 84 en 97



3. Invloedsfactoren

2. Analyse

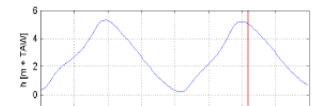
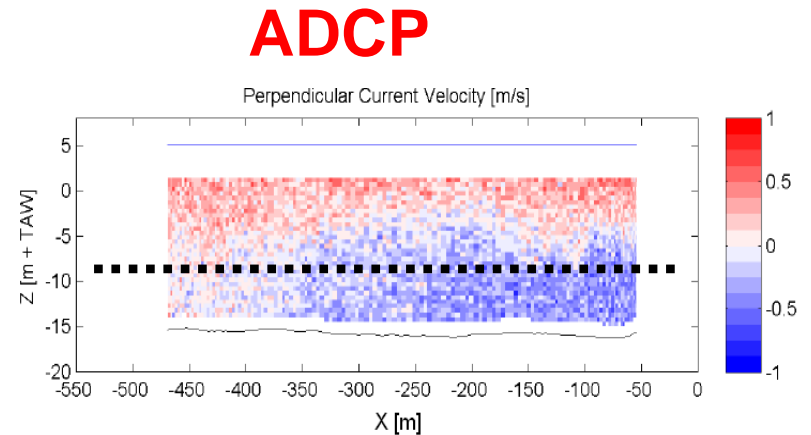
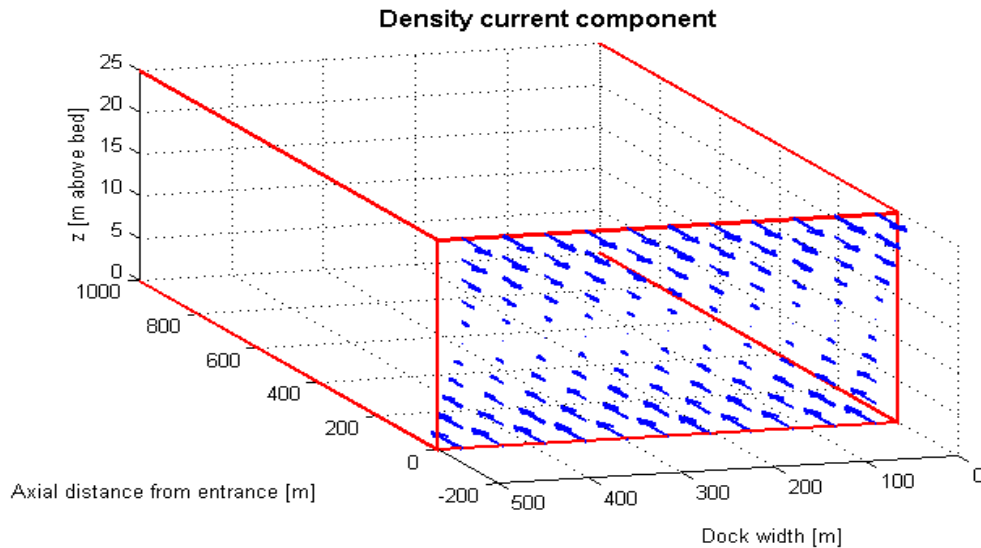
- 13-uursmetingen → 3D flow pattern:



3. Invloedsfactoren

2. Analyse

- 13-uursmetingen → 3D flow pattern:



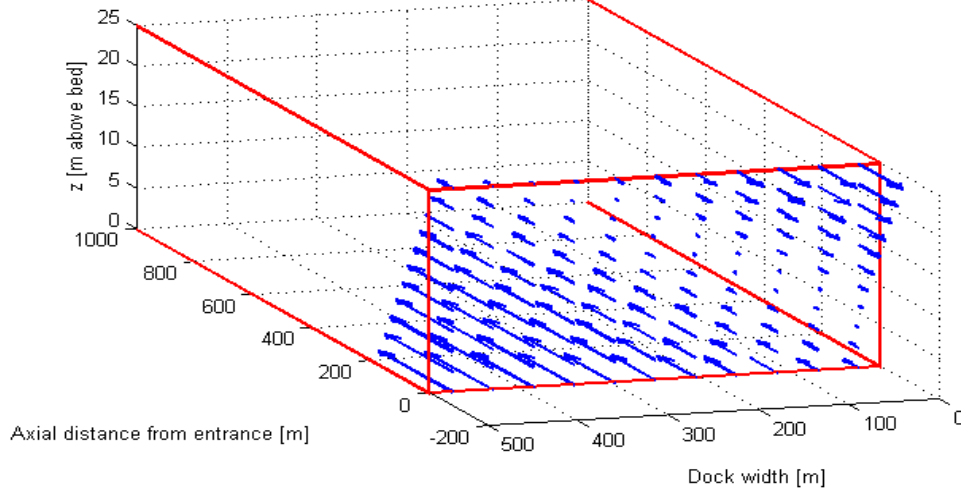
3. Invloedsfactoren

2. Analyse

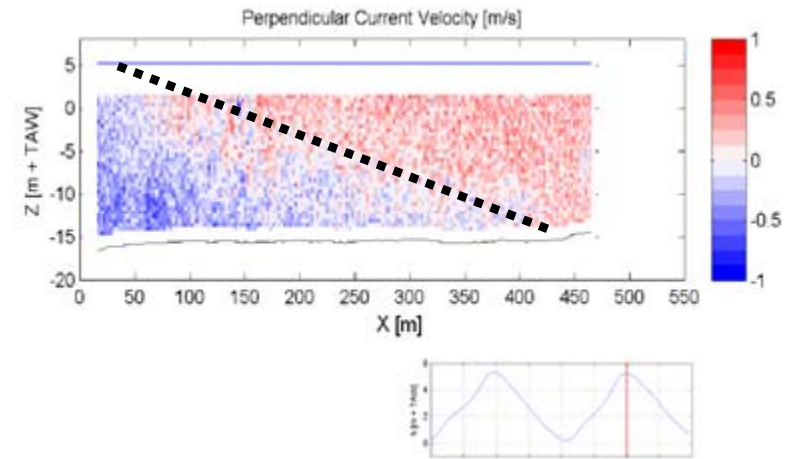
- 13-uursmetingen → 3D flow pattern:



Combination of 3 components



ADCP



3. Invloedsfactoren

2. Analyse

- 13-uursmetingen
→ trapping efficiency DGD (p)

$$p = \frac{F_{net}}{F_{exch}}$$

Mean	Min	Max	St. Dev.
0.39	0.16	0.53	0.09

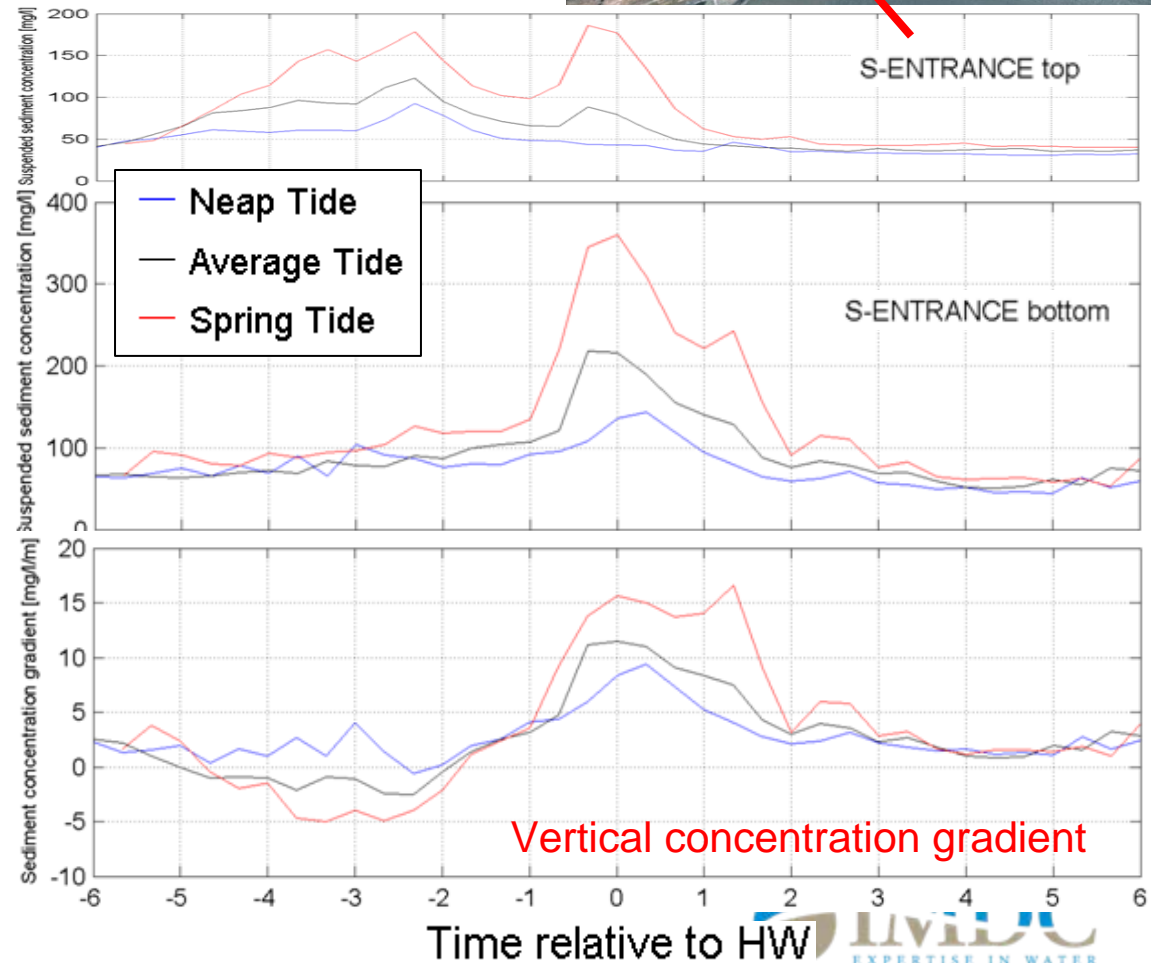
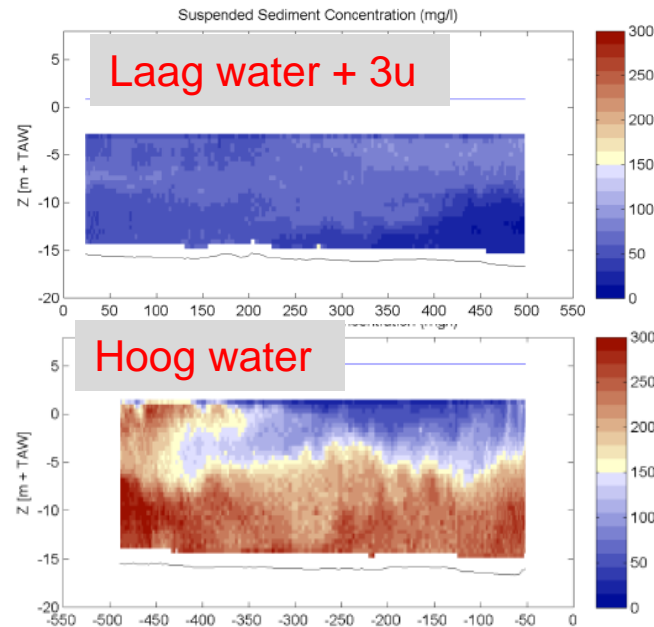
→ gemiddeld blijft 39% van het uitgewisselde sediment achter in het dok



3. Invloedsfactoren

2. Analyse

- Average tidal cycles:
Vertical suspended sediment structure

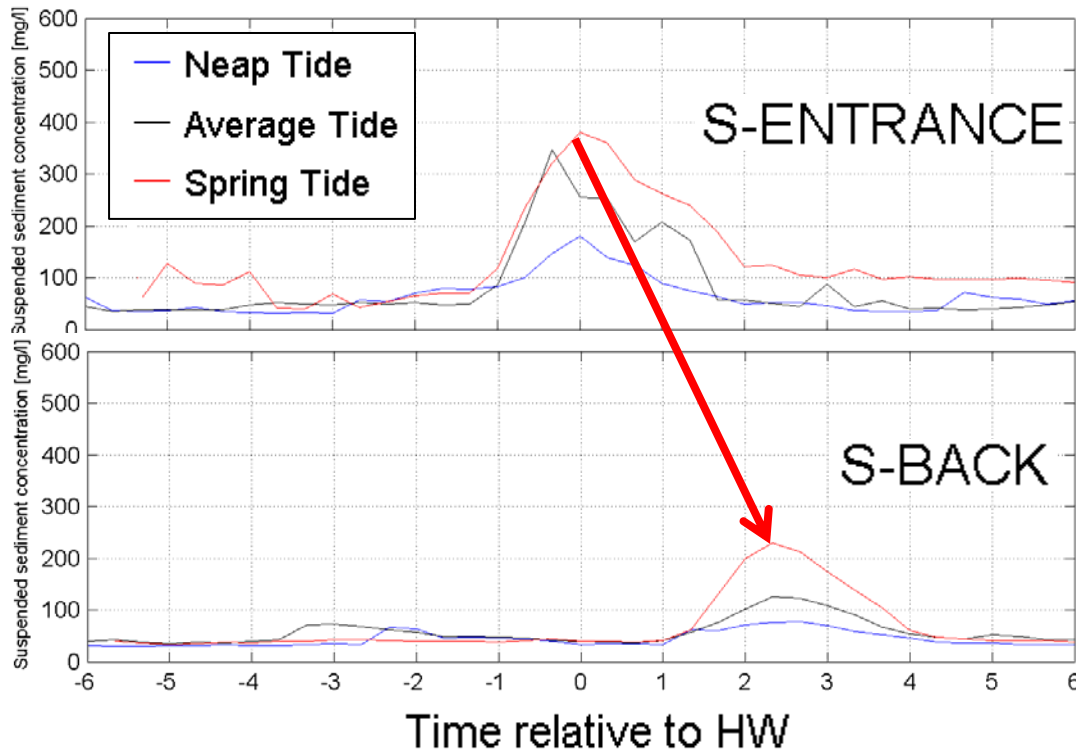


3. Invloedsfactoren

2. Analyse

- Average tidal cycles:

Longitudinal suspended sediment structure:



S-BACK

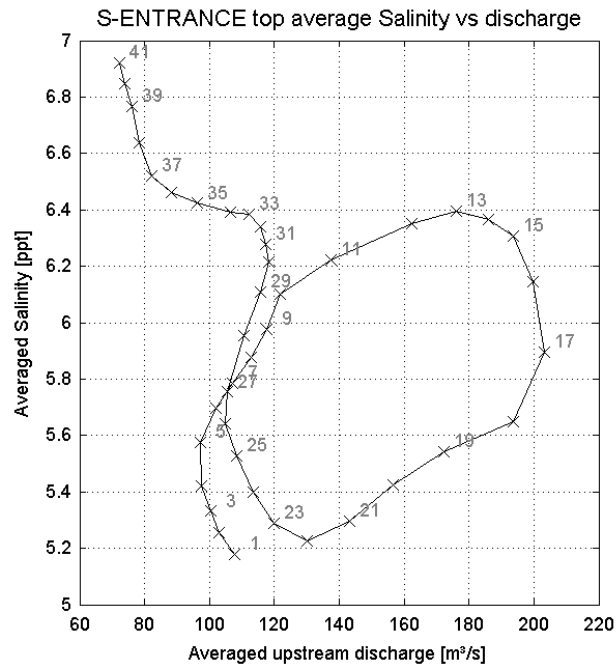


- Sedimentwolk bereikt achterkant van het dok in:
 - +/- 2u30min (dok van 1500m)
 - +/- 4u00min (dok van 2500m)
- Concentratie in de wolk halveert. (door diffusie en bezinking)
- Wolk aangedreven door zoutfront

3. Invloedsfactoren

2. Analyse

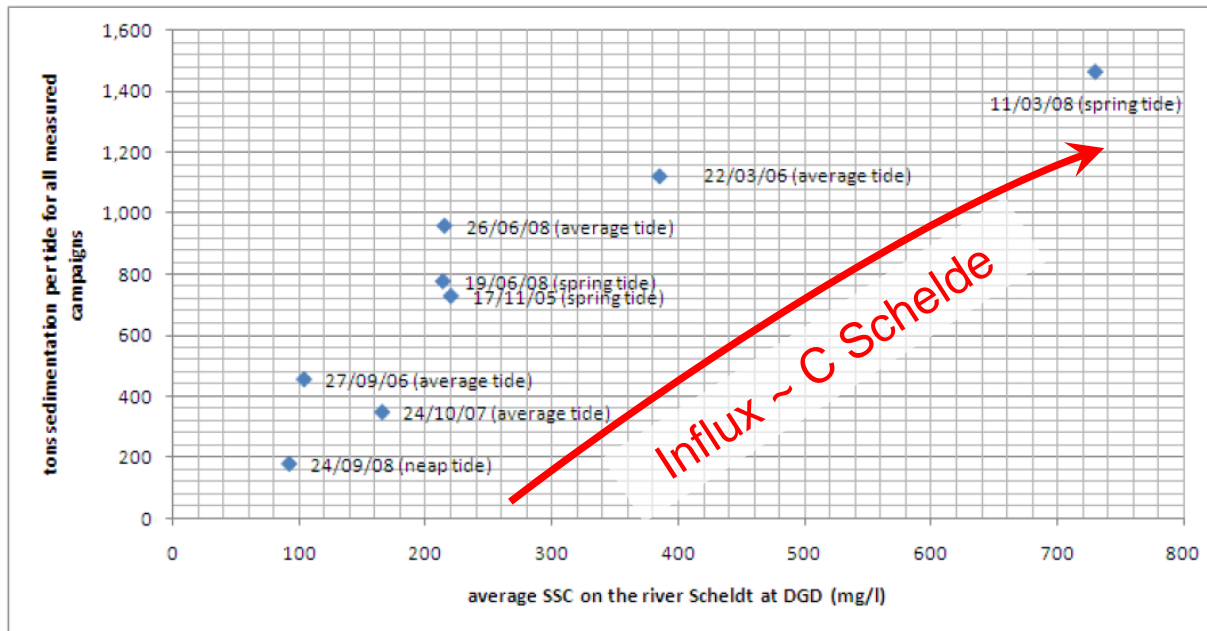
- Hysteresis loops:



3. Invloedsfactoren

2. Analyse

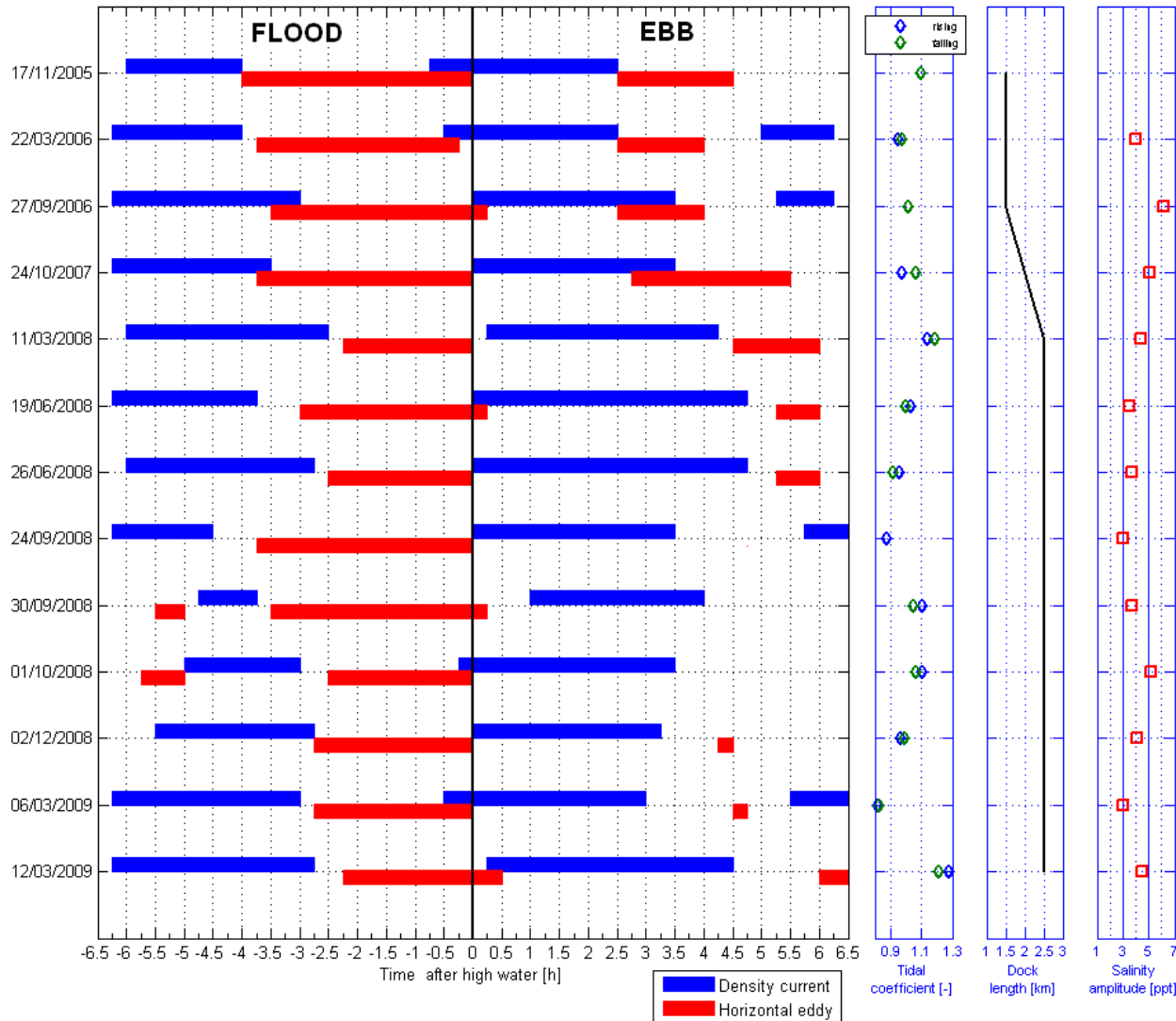
- 13-uursmetingen ADCP → netto sediment instroom per tijdcyclus:
 - 200 tot 1500 TDS/getij = 390 tot 2900 TDS/dag
 - = 1200 tot 8900 m³ specie per dag (d=1.2 kg/l)
 - = 6% tot 45% van 1 grote sleepopperzuiger per dag



3. Invloedsfactoren



3D flow at Deurganckdok entrance (3 years of measurements)



13-uursmetingen ADCP
→ stroompatronen
ingang DGD

Maar: elke dag meten is
onhaalbaar

4.

CONCEPTUEEL MODEL SLIBAANVOER

4. Aanslibbing: Model hindcast

1. Doel

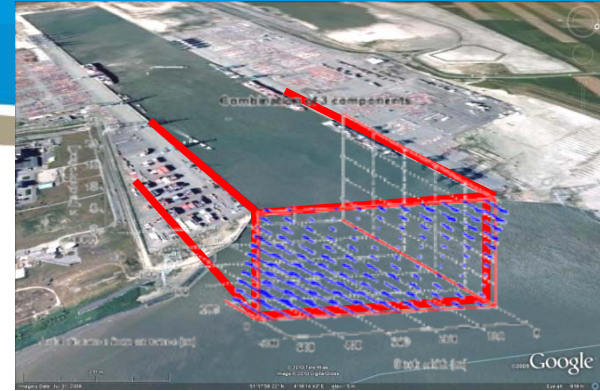
- Inzicht krijgen in de temporele variatie van aanslibbingssnelheid (ton droge stof per getij)
 - Doodtij – springtij
 - Zomer – winter(lage tov hoge afvoer Schelde)
- Berekening sediment instroom over lange termijn
- Aandeel in aanslibbing per uitwisselingsmechanisme



4. Aanslibbing: Model hindcast

2. Principes

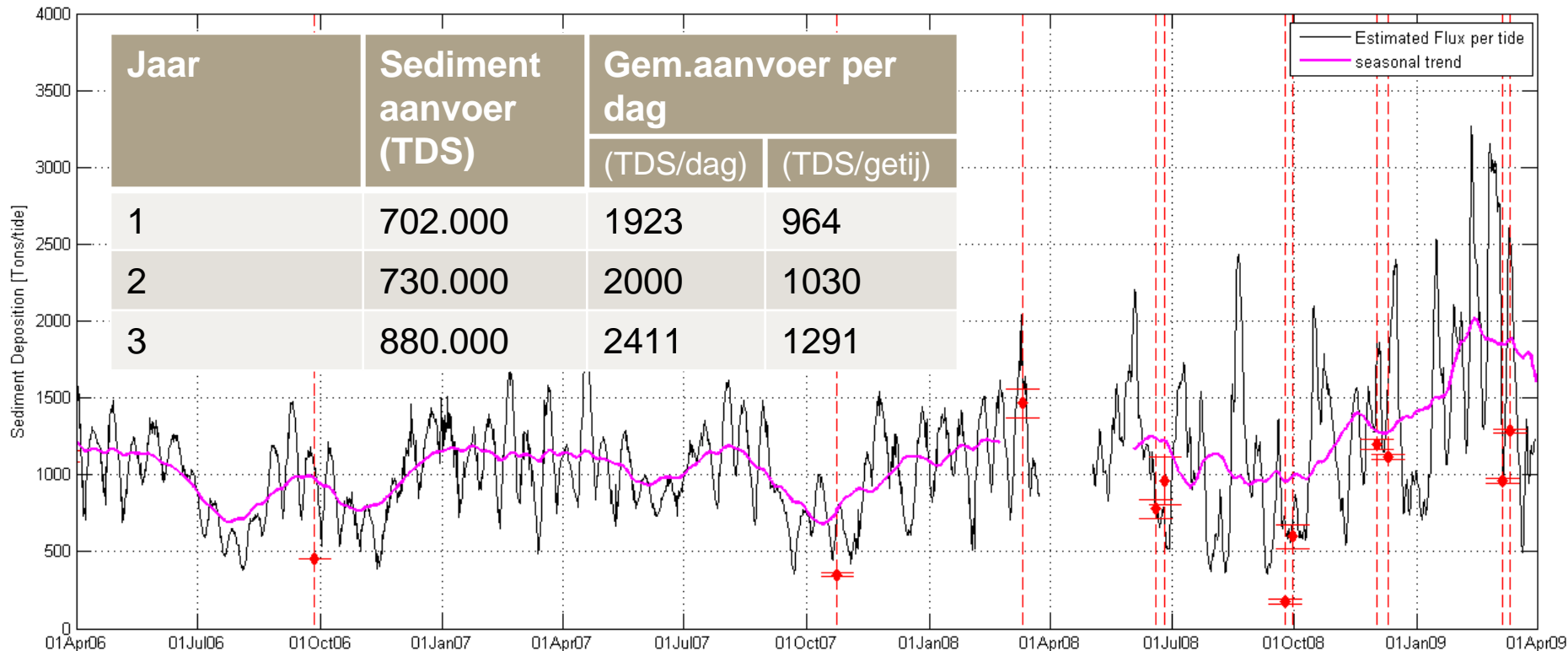
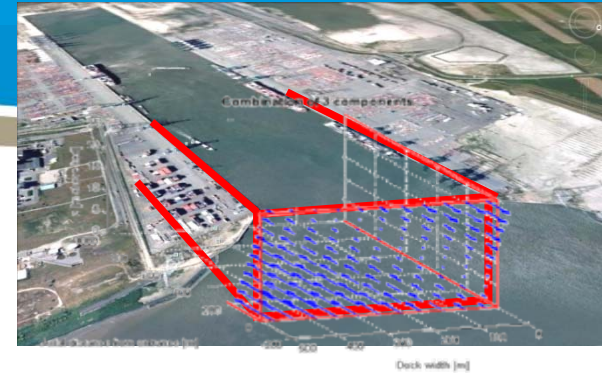
- Conceptueel model (ingang-normaal)
- Drie uitwisselingsmechanismen:
 - Tijprisma
 - Densiteitsstromen (zoutgedreven)
 - Horizontale wervel aan de ingang
- Aanname: deze drie mechanismen zijn superponeerbaar, zonder interactie (getij-wervelinteractie schematisch)
- Sediment instroom per mechanisme =
vloeistof-uitwisseling \times sediment concentratie \times bezonken fractie
- Totale instroom = som instroom van de drie mechanismen
- Invloed van zoutgehalte op flocculatie wordt niet verrekend
- Jaargemiddelde 'trapping efficiency' of bezonken fractie



4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

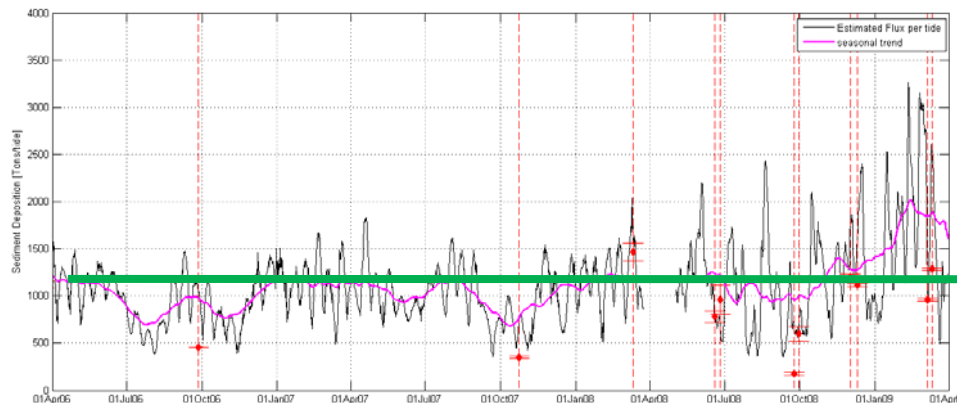
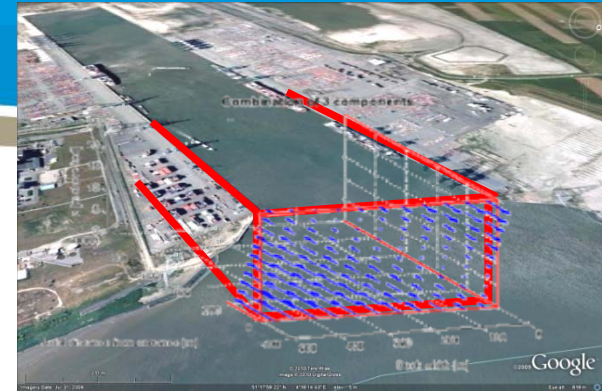
- Drie jaar sediment influx, in TDS/getij



4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

- Drie jaar sediment influx, in TDS/getij
- Seizoenale variatie is relatief beperkt; de oorzaak is:
 - ❖ Winter: hoge c, lage saliniteitsamplitude
 - ❖ Zomer: lage c, hoge saliniteitsamplitude
- Springtij: influx tot 3x hoger als bij doottij

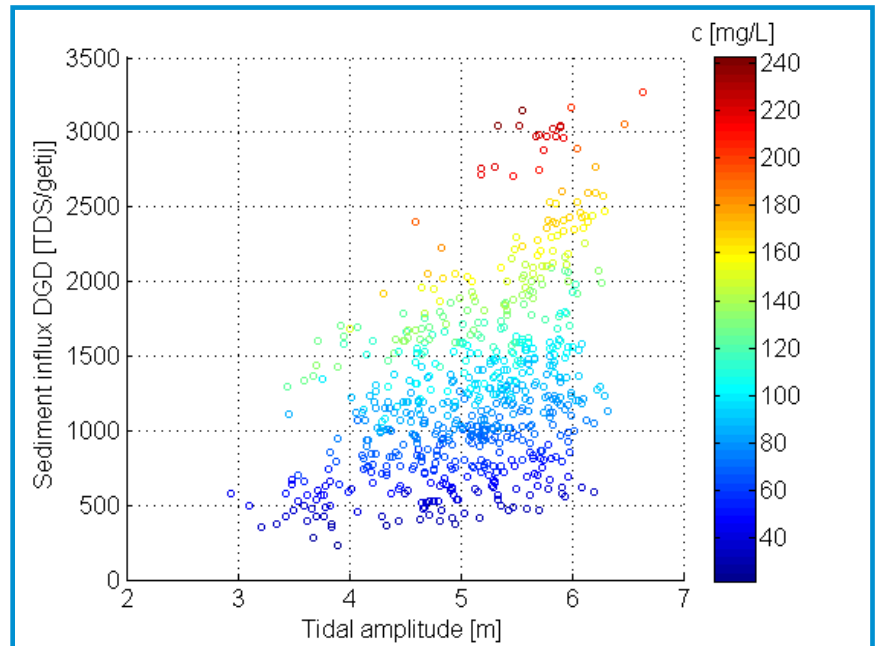
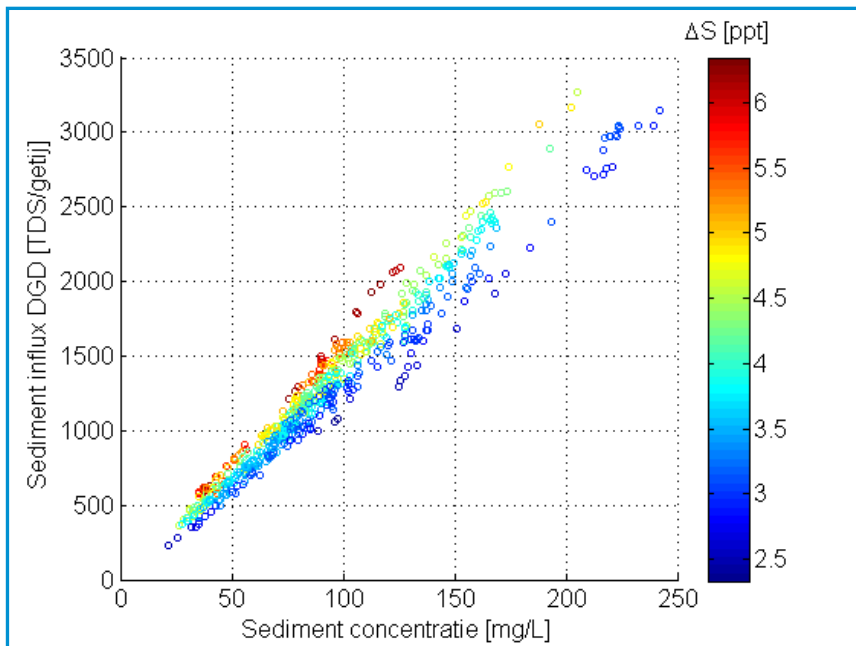
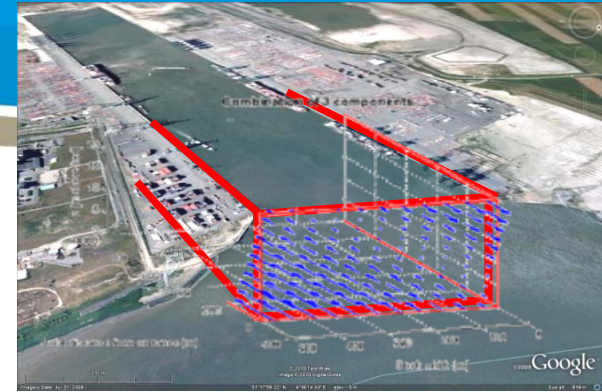


Gemiddelde = 1100 TDS/getij
90% overschrijding= 600 TDS/getij
10% overschrijding= 1600 TDS/getij

4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

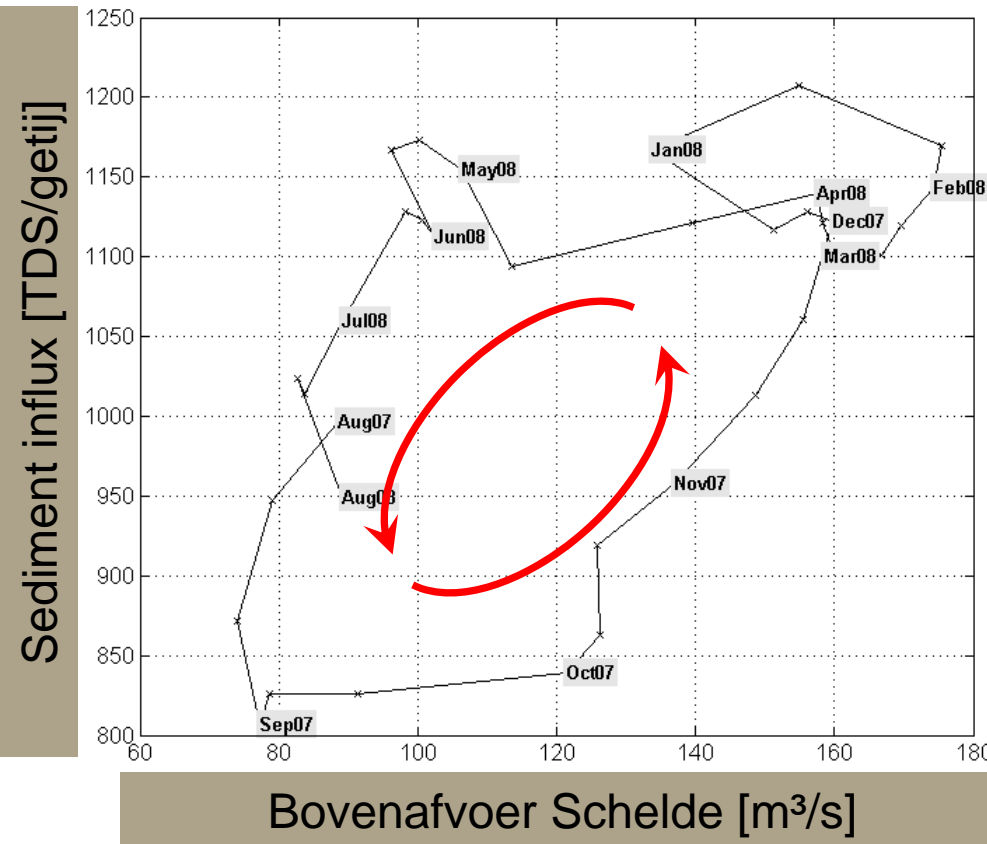
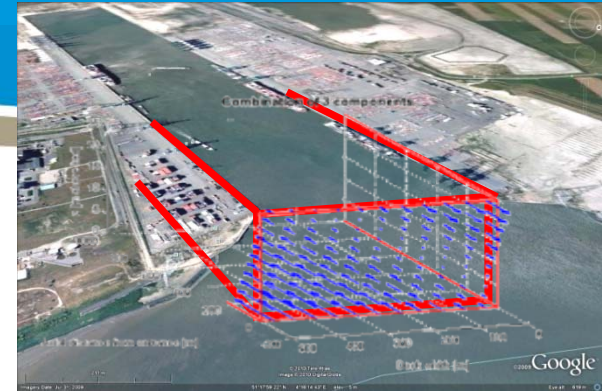
- Grootste deel van de variatie veroorzaakt door sediment concentratie in Schelde-estuarium



4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

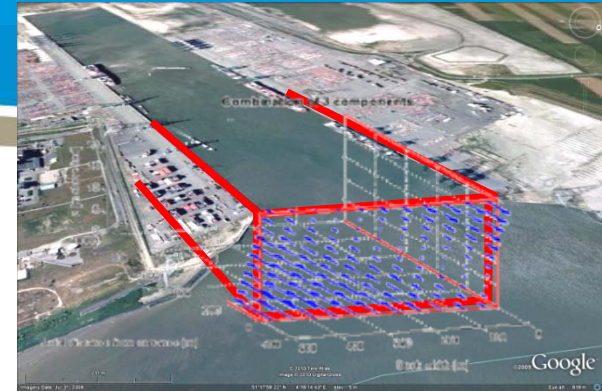
- Relatie met bovenafvoer en zoutgehalte



4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

- Aandeel sedimentaanvoer 3 mechanismen:

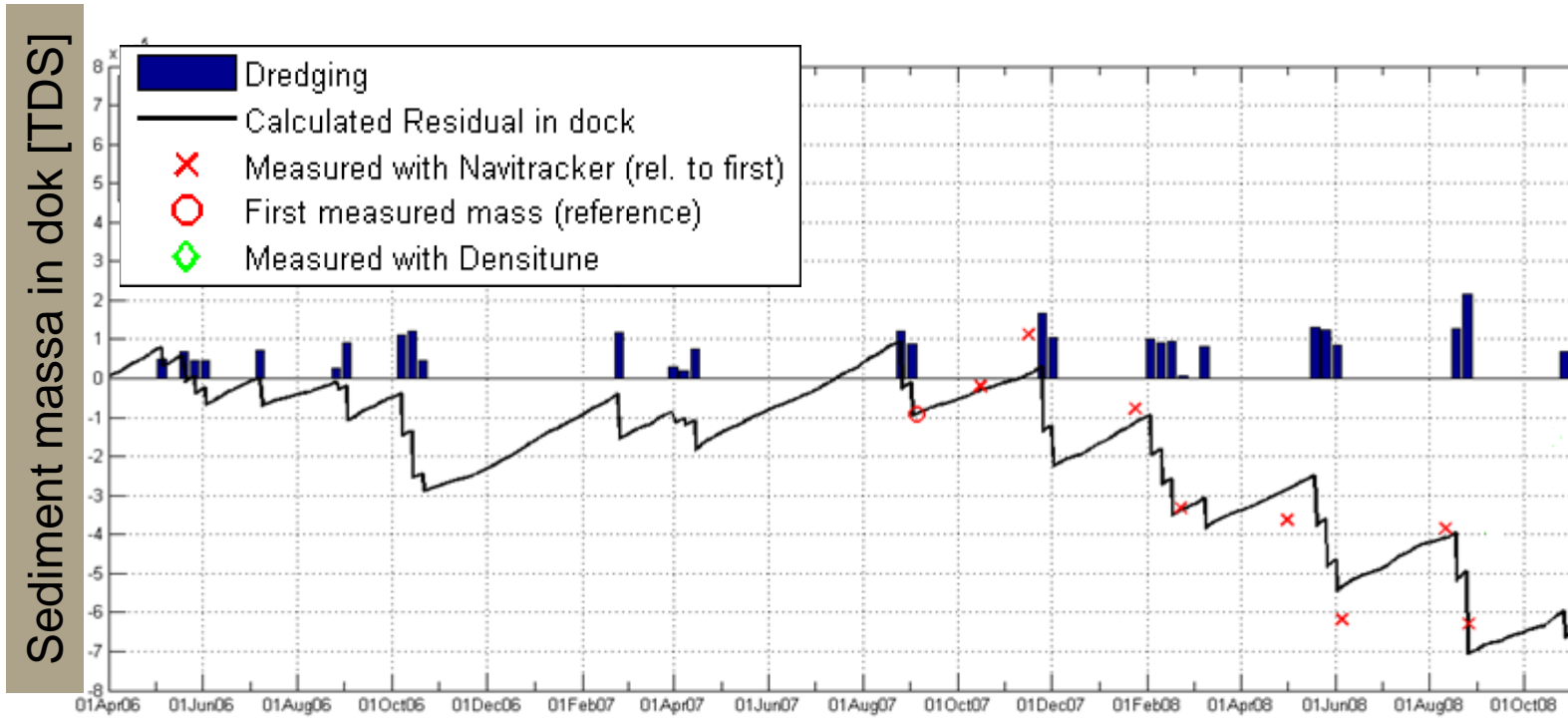
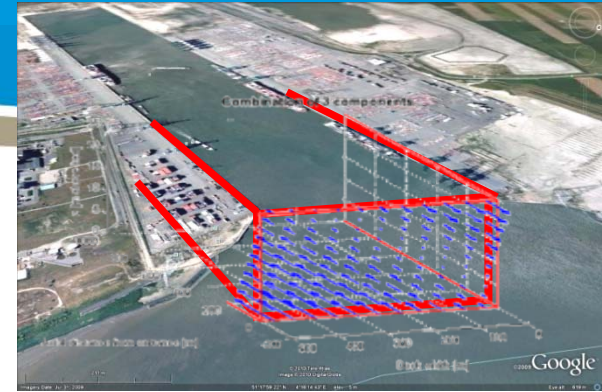


Uitwisseling door:	Aandeel wateruitwisseling (%)	Aandeel sediment instroom (%)
Tijsprisma	15	28
Densiteitstromen	65	64
Wervel ingang	20	8

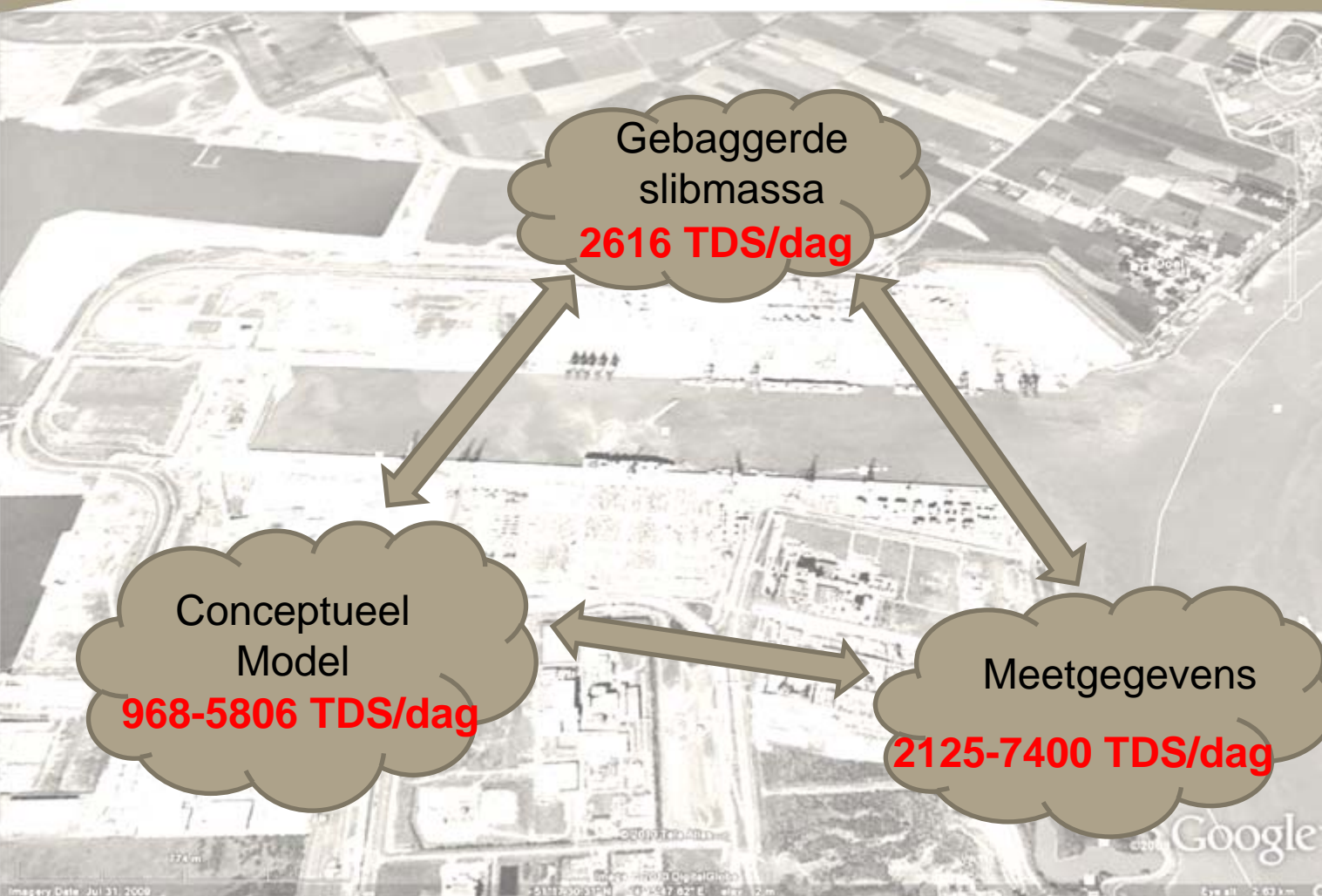
4. Aanslibbing: Model hindcast

3. Resultaten

- Vergelijking met in dok gemeten massa:



Vergelijking sedimentaanvoer volgens bron



5. Conclusies

- Grote hoeveelheid meetgegevens leidt tot inzicht uitwisselings- en slibaanvoermechanismen
- Voornaamste invloedsfactoren:
 - Sediment concentratie Schelde
 - Zoutgradient Schelde
 - Tijslag (doodtij-springtij)
- Berekening: 2.310.000 TDS slibaanvoer in 3 jaar
- Baggergegevens: 2.864.060 TDS slibafvoer in 3 jaar
- Aandeel uitwisselingsmechanismen in slibaanvoer:
 - Tijprisma: 28%
 - Densiteitstromen: 64%
 - Wervel ingang: 8%
- Na bouw CDW: vernieuwde versie conceptueel model

5. Conclusies

- Verdere metingen noodzakelijk, ook na CDW
 - ✓ Densiteit slib in het Deurganckdok (evolutie van het consolidatieproces, massabalans)
 - ✓ Sediment concentratie Schelde en DGD
 - ✓ Zoutgradient Schelde en DGD
 - ✓ Verticale structuur slibconcentratie en saliniteit (ingang DGD)
 - ✓ Stromingspatronen na bouw CDW

